УДК 553.411.071:552.322

ДИОРИТЫ КАК ПРОМЕЖУТОЧНОЕ ЗВЕНО В ЗОЛОТОПРОДУЦИРУЮЩИХ ФЛЮИДНО-МАГМАТИЧЕСКИХ ГРАНИТ-ДОЛЕРИТОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет
E-mail: lev@tpu.ru

На примере Кедровского месторождения Северного Забайкалья конкретизированы условия становления золотопродуцирующего флюидно-магматического гранит-долеритового комплекса. Показано и обсуждается участие в его составе средних изверженных пород, подчеркивающих в обобщенной антидромной схеме магматизма эволюционную смену здесь ранних ультраметаморфических гранодиоритов и кварцевых диоритов очагово-купольной постройки умеренно щелочными кварцевыми диоритовыми порфиритами и далее – сопровождаемыми рудообразованием умеренно щелочными базальтоидами в дайковой фации. Присутствие диоритоидов в других мезотермальных золотых месторождениях отражает, как представляется, распространенность явления эволюционного перехода от ранних к поздним магматитам обсуждаемых флюидно-магматических комплексов и объясняет целесообразность дальнейшего его изучения.

Введение

В системе доказательств магматогенного происхождения гидротермальных месторождений и, следовательно, рудопродуцирующей способности магматизма эмпирические данные, раскрывающие пространственно-временные соотношения оруденения и производных магматических процессов, имеют существенное значение, поскольку только они могут дать и, при надлежащей детальности исследований, дают ответ на вопрос, – в связи с какими геологическими событиями рудообразующий процесс реализуется в природе. Такого рода информацию невозможно получить в эксперименте или посредством теоретических расчетов или моделирования, – всем этим можно лишь подтвердить и объяснить то, что наблюдается в природных объектах.

В приложении к мезотермальным золотым месторождениям, образованным в разных районах и в разные эпохи, повторяемость пространственно-временных связей руд с определенными по составу и происхождению и формирующимися в определенной последовательности магматическими телами, показанная в ряде работ [1, 2 и др.], дает основание рассматривать такие связи не случайными, но закономерными, отражающими тот факт, что рудообразование осуществляется в условиях и вследствие высокой тектоно-магматической активности мантии и коры Земли.

В сочетании с петрохимическими, изотопно-геохимическими, радиологическими и другими данными эта закономерность составляет основу предложенной концепции образования мезотермальных золотых месторождений [3, 4].

Согласно концепции, сопровождаемые рудообразованием флюидно-магматические геологические процессы инициируются активизацией (разогреванием) мантии. В верхних горизонтах земной коры вещественным их выражением служат антидромные флюидно-магматические гранит-долеритовые комплексы в составе ранних кислых и поздних основных с повышенной щелочностью производных, близких по геологическому возрасту. Кислые породы слагают палингенные плутоны (массивы) или зрелые ультраметаморфические купольные структуры в сопровождении даек или только дайки аплитов, пегматитов, гранит-микрогранит-порфиров; все они несут изотопные свидетельства образования посредством плавления субстрата коры под воздействием мантийных флюидов-теплоносителей или дифференциации базальтовых расплавов. В завершение становления комплексов одновременно с поздними основными магматитами, но после начала внедрения умеренно-щелочных базальтовых расплавов образуются золотые месторождения, стадийные рудно-минеральные комплексы которых чередуются во времени с внутрирудными генерациями даек умеренно-щелочных долеритов. Стабильно выдержанный минералого-химический состав базитов, в том числе дорудных, образованных, например, в рудовмещающих гранитных массивах раннего этапа

[1, 2, 4], исключает смешение на позднем этапе базальтовых расплавов с кислыми, из чего следует заключить, что последние в начале базальтоидного этапа становления золотопродуцирующих флюидно-магматических комплексов полностью затвердели и магматические очаги превратились в массивы твердых пород. Этот факт не согласуется с популярным до сих пор мнением [5, 6 и др.] о генерации металлоносных растворов в очагах гранитной магмы, которые, как отмечено, к началу внедрения первых порций базальтовых расплавов и далее металлоносных растворов уже не существовали.

Вместе с тем, в некоторых золоторудных полях обнаружены чрезвычайно редкие тела, преобладающе дайки, магматических пород среднего состава, место которых в схемах последовательности геологических событий в силу их автономности, отсутствия данных о возрасте оставалось не выясненным. Дайки диоритов, микродиоритов, диоритовых порфиритов залегают, например, на глубоких горизонтах (450, 510 м) в юго-восточной части раннепалеозойского Берикульского месторождения (Мариинская тайга) среди рудовмещающих покровных андезитов, базальтов берикульской свиты среднего кембрия. Сравнительно мощная, до 2 м, дайка диоритового порфирита обнаружена в керне скважины подземного бурения среди архейских мигматизированных гнейсов в районе Хребтовой жилы позднепалеозойского Ирокиндинского месторождения в Южно-Муйском хребте Северного Забайкалья. Дайки микродиоритов, диоритовых порфиритов, локализованные среди гранитов и других рудовмещающих пород, упоминаются в старых фондовых материалах по также позднепалеозойским Каралонскому, Верхне-Сакуканскому золоторудным месторождениям, расположенным соответственно в Северо-Муйском и Кодарском хребтах Северного Забайкалья. Эти факты стимулировали специальное исследование, направленное на поиски доказательств или опровержение предположения о возможном участии средних изверженных пород в составе золотопродуцирующих флюидно-магматических комплексов и, следовательно, на уточнение условий их формирования.

Предположение получило подтверждение в Кедровском золоторудном мезотермальном месторождении, в котором найдены факты, обеспечивающие, как представляется, безальтернативное решение вопроса. Эти факты, обсуждение результатов исследования и выводы приведены в данной статье.

1. Условия залегания и возраст даек средних магматических пород Кедровского месторождения

Кедровское кварцево-жильное золоторудное месторождение расположено на южных приводораздельных склонах Южно-Муйского хребта в Северном Забайкалье и образовано в позднепалеозойскую эпоху [7] в висячем (восточном) боку субмеридиональной Тулдуньской зоны глубинных разломов, ограничивающей на востоке Муйский выступ архейского фундамента. Его геологическое строение описано в [8, месторождение 2], поэтому здесь ограничимся кратким изложением.

Вмещающий золотоносные жилы блок земной коры сложен протерозойской кедровской толщей (свитой) терригенных углеродистых полевошпат-кварцевых песчано-алевросланцев с редкими слоями мраморизованных известняков. Эти породы образуют восточное крыло субмеридиональной линейной антиклинальной складки, падающее на восток, юго-восток (на юге) под умеренными (30...50°) углами. Западное крыло и замковая область складки уничтожены позднерифейской [9] интрузией габбро муйского комплекса.

Таблица 1. *Возраст биотита ультраметаморфитов, изверженных пород даек и метасоматитов Кедровского и Ирокиндинского (*) золоторудных месторождений*

Номер пробы	Название породы	Анализируемый материал	Содержание			Возраст, млн л
			K, мас. %	^{40}K·10^{-7}, г/г	^{40}Ar·10^{-7}, г/г	
К-414	Плагиомигматит	Биотит	6,35	75,76	1,640	339±2
К-415			6,81	81,24	1,778	342±13
К-416			6,81	81,24	1,636	317±4
К-417			7,06	84,23	1,816	337±1
К-480			5,26	62,70	1,366	341±5
Среднее						335±5
8Ш1-Р34-3(*)	Микрогранит-порфир, дайка	Порода	3,16	37,6	0,7598	318±1
КП-52	Диоритовый порфирит, дайка	Порода	1,99	23,8	0,4514	300±5
КП-2	Диоритовый порфирит, дайка	Березит	2,26	27,0	0,4873	287±2
КШТ-3	Микрогранит-порфир, дайка	Березит	1,99	23,8	0,4118	275±3

Примечание. 1) Возраст определялся K-Ar методом в ЦЛ ПГО «Запсибгеология» (г. Новокузнецк, аналитик В.М. Кисенко), относительная ошибка анализа не более ±5 %. 2) Содержание аргона определялось методом изотопного разбавления с применением в качестве трассера ^{40}Ar. Выделение и очистка радиогенного аргона проводились на цельнометаллических установках, разработанных и изготовленных в ЦЛ ПГО «Запсибгеология». Измерение изотопного состава аргона выполнено на масс-спектрометре МИ-1291. Точность измерений контролировалась анализом изотопного состава воздушного аргона и измерением содержания радиогенного аргона в одной из эталонных проб. Все определения дублировались параллельными измерениями. Калий определялся пламенно-фотометрическим методом. 3) Для расчета возраста использованы константы: λ_e=0,581·10^{-10} 1/год; λ_β=4,962·10^{-10} 1/год; ^{40}K=K(%)·11,93·10^{-7} г/г. 4) Дополнительная оценка корректности результатов приведена в [7].

Центральная часть месторождения занята апосланцевой ультраметаморфической зрелой очагово-купольной постройкой в составе пластинооб-

разной согласной стратификации залежи гранодиоритов и кварцевых диоритов мощностью порядка 2,5...3,0 км и протяженностью в субмеридиональном направлении около 8,0 км в обрамлении плагиомигматитов и далее от залежи – альмандиндвуслюдяных плагиогнейсов. На границе постройки зафиксированы постепенные переходы от углеродистых сланцев в гнейсы. Радиологическое определение по свежему биотиту плагиомигматитов показало возраст 335±5 млн л (табл. 1).

Золотоносные кварцевые жилы, зоны прожилково-вкрапленных руд и залежи березитоидов залегают в основном в толще углеродистых сланцев, отчасти в ультраметаморфитах и магматитах очагово-купольной постройки. Околорудные березиты и руды представляют мезотермальный тип золотых месторождений и образованы 282±5 млн л назад [7, пробы с индексом К...].

Интересующие нас дайки средних изверженных пород обнаружены на севере месторождения в скальных обнажениях ущелий ручьев Пинегинский (рис. 1) и Шаманский (рис. 2). Мощность даек, ориентированных примерно перпендикулярно одна другой, составляет 8 и 10 м, по простиранию обе скрыты под курумами. Визуально они диагностированы как диоритовый порфирит.

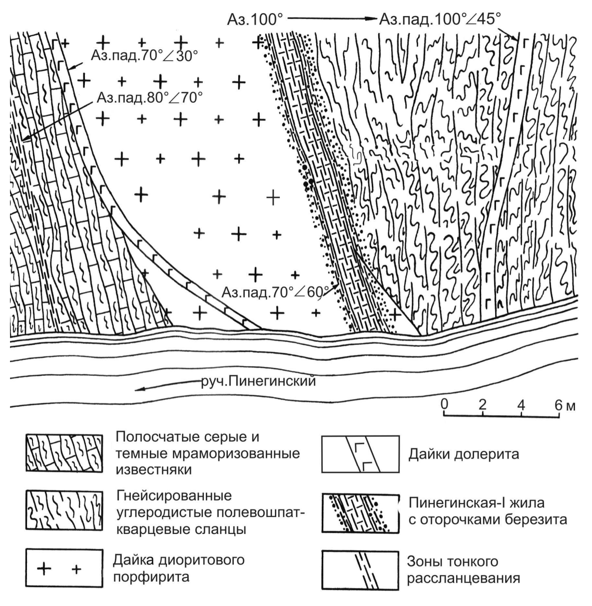


Рис. 1. *Пересечение дайки диоритового порфирита Кедровского золоторудного месторождения дайкой долерита и сульфидно-кварцевой Пинегинской-I жилой (план)*

Пинегинская дайка имеет субмеридиональное простирание, залегает среди гнейсированных песчано-сланцев, в висячем боку сопровождается золоторудной Пинегинской-I сульфидно-карбонатно-кварцевой жилой, в контакте с последней содержит тонкую оторочку березита и пересекается дайкой долерита. Сквозь прозрачную воду горного ручья на глубине примерно 1 м в крутом борту русла видно пересечение дайки долерита Пинегинской-I жилой и осветление ее в экзоконтакте последней, чем доказывается дорудный возраст дайки. Шаманская дайка диоритового порфирита пересечена золоторудной Шаманской-III жилой и дайкой долерита, обилие эпигенетического биотита в которой, как и в восточной дайке на рис. 1, определяет ее принадлежность к совокупности внутрирудных, выполнявших при рудообразовании функцию тепловых флюидопроводников [1].

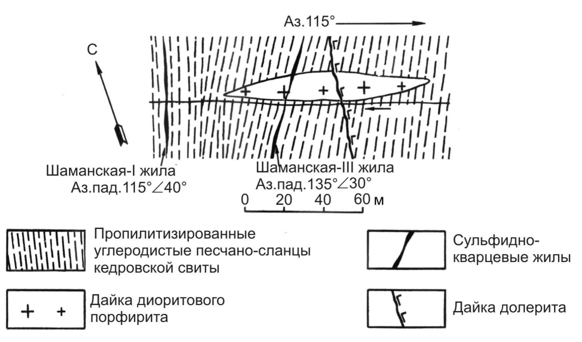


Рис. 2. *Пересечение дайки диоритового порфирита Кедровского золоторудного месторождения сульфидно-кварцевой Шаманской-III жилой и дайкой долерита (план)*

Как можно видеть в табл. 1, радиологические данные согласуются с приведенными пространственно-временными соотношениями ультраметаморфитов, даек и золоторудных жил.

2. Уточнение состава даек средних магматических пород Кедровского золоторудного месторождения

Дайки сложены массивной полнокристаллической породой пестро-серого цвета, мелко-среднезернистой (до 3...5 мм) в основной массе. Порфировая структура породы образована участием порфировых выделений известково-щелочного полевого шпата размером до 15 мм, состоящих из незональных таблитчатых или субизометричных кристаллов и сростков кристаллов андезина (от № 33) до лабрадора (№ 51). Объем порфировых выделений не превышает 30 %. В основной массе преобладает андезин (до 40 %) в срастании с обыкновенной зеленой роговой обманкой (до 25 %), красно-бурым биотитом (до 20 %), кварцем (до 10 %), иногда ортоклазом со слабо выраженной пертитовой структурой (до 10 %). Перечисленные минералы распределены в объеме даек неравномерно – участки обогащения цветными минералами чередуются со шлироподобными, линзовидно-полосчатыми или более сложными по конфигурации участками лейкократовых пород, обедненных ими. Всем основным минералам свойственны крупные (многие мм) и мелкие (доли мм) формы. Наблюдаются признаки замещения роговой обманки биотитом вплоть до реликтов ее в агрегатах мелких чешуек последнего, слабого замещения ортоклазом, кварцем плагиоклаза. В числе акцессорных минералов замечены апатит, сфен, циркон.

В полном объеме дайки охвачены околожильными гидротермальными изменениями, минералого-петрохимический профиль которых рассмо-

Таблица 2. *Химические составы диоритовых порфиритов в подзоне слабого изменения внешней зоны околожильных метасоматических ореолов Кедровского золоторудного месторождения*

Расстояние от золоторудных жил, м	Содержание, мас. %														Σ
	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	S сульфид.	CO_2	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	MnO	P_2O_5	H_2O^+	
6,0	57,24	15,67	2,86	4,10	0,20	0,27	3,91	3,01	5,90	4,03	1,22	0,20	0,24	1,45	100,30
4,5	58,81	15,24	2,66	4,10	0,17	0,27	4,04	2,61	6,62	2,43	1,45	0,22	0,29	0,80	99,71
1,5	59,55	15,86	2,38	2,28	0,29	0,63	3,07	3,31	6,64	3,05	1,42	0,18	0,07	2,09	100,82

Примечание. Полные химические силикатные анализы изверженных пород и образованных по ним метасоматитов (табл. 3) выполнены в ЦЛ ПГО «Запсибгеология», г. Новокузнецк, под руководством И.А. Дубровской

трен ниже. Тем не менее, сохранились локальные участки (останцы), в основном в центральных частях даек, где изменения минимальны, о чем, как отмечалось ранее [2], можно судить по незначительному, до 10 %, объему минеральных новообразований и низкому содержанию углекислоты (табл. 2) – чуткого индикатора степени изменений пород в березитовом процессе.

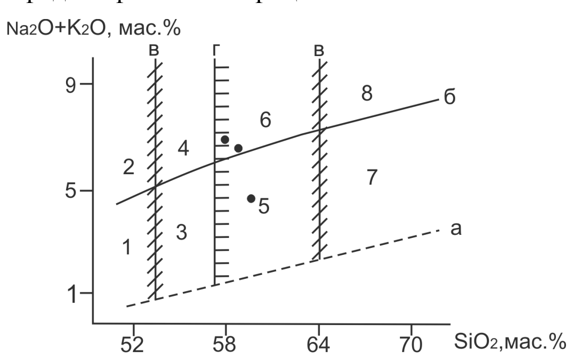


Рис. 3. *Положение дайковых магматических пород среднего состава Кедровского золоторудного месторождения в координатах SiO_2 – (Na_2O+K_2O). Нижние границы распространения химических составов: магматических пород (а), умеренно щелочных пород (б); границы разделения магматических пород на группы по содержанию кремнезема с «полями неопределенности» (в); граница распространения кварца >5 % (г). Области распространения видов магматических пород: 1) габброидов, 2) умеренно щелочных габброидов, 3) диоритов, 4) умеренно щелочных диоритов-монцонитов, 5) кварцевых диоритов, 6) умеренно щелочных кварцевых диоритов – кварцевых монцонитов, 7) гранодиоритов, 8) кварцевых сиенитов. Границы областей распространения химических составов магматических пород заимствованы из [10]*

Как видно на TAS-диаграмме (рис. 3), породы по соотношению кремнезема и щелочей отвечают кварцевому диориту и умеренно щелочному кварцевому диориту. Верхняя и нижняя фигуративные точки здесь отражают неравномерность состава одной Пинегинской дайки, поскольку обе пробы отобраны из нее. Так как в дайках присутствует щелочной полевой шпат, хотя и распределенный весьма неравномерно, породы следует квалифицировать как умеренно щелочной биотит-роговообманковый кварцевый диорит или кварцевый монцонит. При этом породы относятся к высокоглиноземистым и принадлежат к калиево-натриевой петрохимической серии (рис. 4).

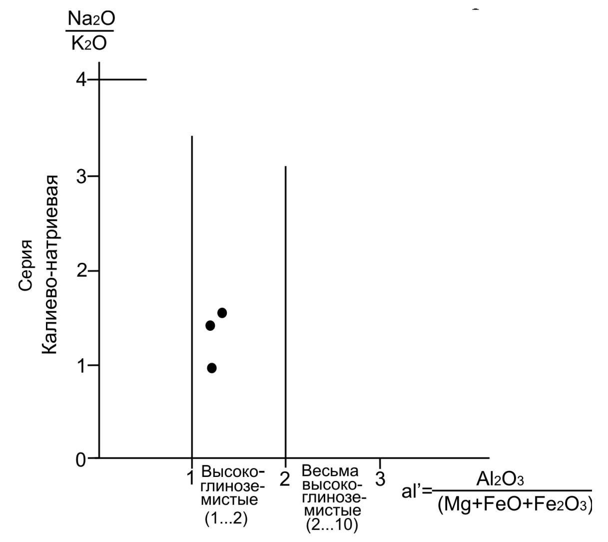


Рис. 4. *Положение дайковых магматических пород среднего состава Кедровского золоторудного месторождения в координатах Na_2O/K_2O – $Al_2O_3/(MgO+FeO+Fe_2O_3)$*

3. Околожильные метасоматические преобразования даек умеренно щелочных кварцевых диоритовых порфиритов

Околожильные метасоматические ореолы, образованные в дайках умеренно щелочных кварцевых диоритовых порфиритов, включают внешнюю, промежуточные, тыловую и осевую зоны, смена которых на примере Пинегинской дайки определяет следующий порядок минеральной зональности (подчеркнуты минералы, исчезающие в более тыловых зонах).

Внешняя зона: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит±доломит-анкерит+альбит+хлорит±клиноцоизит; исходные: <u>амфибол+биотит;</u>

Хлоритовая зона: серицит+кварц+лейкоксен+рутил+магнетит+пирит+кальцит+доломит+альбит+<u>хлорит ± клиноцоизит;</u>

Альбитовая зона: серицит+кварц+лейкоксен +рутил+магнетит+пирит +кальцит+доломит+<u>альбит;</u>

Тыловая зона: серицит+кварц+лейкоксен +рутил+магнетит+пирит +кальцит+доломит-анкерит;

Таблица 3. *Коэффициенты распределения (привноса >1, выноса <1) петрогенных элементов в минеральных зонах околожильного метасоматического ореола, образованного в дайковом диоритовом порфирите Кедровского золоторудного месторождения*

Минеральные зоны (число проб)	Химические элементы															Δ
	Si	Al	K	Na	S сульфид.	Скб.	Ca	Mg	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ti	Mn	P	H (H_2O^+)	O	
Хлоритовая (2)	0,9	1,1	1,0	1,1	1,5	3,8	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,7	1,0	5,1
Альбитовая (2)	0,9	0,9	1,4	0,9	3,9	14,0	1,5	0,7	0,9	0,6	1,0	0,9	0,8	0,7	1,0	11,7

Примечание. 1) Коэффициенты распределения элементов в метасоматитах относительно слабо измененного диоритового порфирита из внешней зоны околожильного метасоматического ореола (3 пробы) получены с использованием результатов петрохимических пересчетов по объемно-атомному методу полных химических силикатных анализов проб. 2) Δ – удельная масса перемещенного (привнесенного и вынесенного) вещества в процентах к массе вещества исходной породы в стандартном геометрическом объеме 10000 Å³.

Осевая зона: кварц+карбонаты+сульфиды+золото.

Внутренняя граница внешней зоны находится в 1,35 м от жилы, хлоритовой – в 0,6 м; объем ореола в интервале 0,6...0,01...0,0 м занимает альбитовая зона. Тыловая зона имеет мощность не более 1,0 см, осевая зона представлена золотоносной кварцевой жилой.

В объеме каждой зоны и ореола в целом в направлении к кварцевой жиле интенсивность минералого-химических преобразований породы возрастает: усиливается замещение цветных минералов исходной породы вплоть до полного исчезновения их на внутренней границе внешней зоны, альбитизация исходных полевых шпатов, мусковитизация хлорита с накоплением остаточных лейкоксена, рутила, магнетита, обогащение пород карбонатами. Несмотря на отсутствие данных о химическом составе породы тыловой зоны по причине малого ее объема следует констатировать существенный (до 90...95 %) вынос из нее натрия (исчезает единственный носитель металла альбит), привнос калия, серы, углекислоты, овеществленный в серицитe, пирите, карбонатах и фиксируемый уже в альбитовой и даже хлоритовой зонах (табл. 3). Миграция других петрогенных компонентов менее выражена, исключая магний и железо, частично удаляемые из промежуточных зон.

4. Обсуждение результатов и выводы

Приведенные радиологические определения абсолютного возраста минералов и горных пород Кедровского месторождения, корректность которых применительно к K-Ar изотопной системе достигается соблюдением ряда условий и показана в [7], согласуются с последовательностью интересующих нас флюидно-магматических процессов, доказываемой структурными и временны́ми соотношениями производных этих процессов.

Пространственная и временная близость зрелых ультраметаморфических очагово-купольных сооружений района Кедровского месторождения, в том числе западного, участвующего в строении занятого месторождением блока земной коры, купола, к северному обрамлению Ангаро-Витимского батолита в составе витимканского и баргузинского гранитоидных комплексов позднего палеозоя [11–13] объяснима с позиции представлений об обусловленности образования тех и других грандиозной по масштабам активизацией мантии [14]. В земной коре последняя выразилась в поступлении из мантийной, вероятно, ядерно-мантийной «горячей точки» или «плюма» гигантского потока флюидов-теплоносителей и, как следствие, – в плавлении субстрата. Внедрение одной из периферийных северных струй этого потока обусловило ультраметаморфизм протерозойской толщи и создание в районе Кедровского месторождения зрелой очагово-купольной постройки – нескольких локальных куполов.

Все последующие события вплоть до образования Кедровского и, вероятно, других золотых месторождений Северного Забайкалья обусловлены функционированием этой мантийно-коровой флюидно-магматической системы. С частичным плавлением субстрата при ультраметаморфизме связано образование Кедровского штока кварцевых диоритов и гранодиоритов, а также более поздней серии кислых даек – пегматитов, аплитов, микрогранит-порфиров, залегающих в штоке и других породах района. Кислый магматизм еще в предрудный этап сменился внедрением умеренно щелочных расплавов среднего, затем основного состава, прежде чем поступили ранние порции металлоносных растворов. На этапе рудообразования, как отмечалось, отложение минеральных комплексов руд из последующих порций металлоносных растворов чередовалось с внедрением умеренно щелочных базальтовых расплавов. Учитывая возраст очагово-купольной постройки и золотых месторождений Северного Забайкалья (Ирокиндинского, Кедровского, Западного, Каралонского, Богодиканского, Верхне-Сакуканского) [7], золотопродуцирующий флюидно-магматический комплекс формировался в возрастном интервале 335±5...275±7 млн л.

Доказательства данной схемы геологических событий, исключая магматизм среднего состава, приведены в [1–4]. Участие магматитов среднего состава в числе производных флюидно-магматического геологического, в том числе рудообразующего, процесса и место их в этом процессе, то есть время образования, доказывается на примере Кедровского месторождения приведенными выше фактами. В числе последних информативны:

1) участие даек умеренно щелочного диоритового порфирита в строении Кедровского месторождения, 2) залегание одной из даек среди подвергшихся ультраметаморфизму (гнейсированных) сланцев, 3) пересечение дайки диоритового порфирита дорудной дайкой умеренно щелочного долерита, 4) пересечение или сопровождение даек умеренно щелочного диоритового порфирита золоторудными жилами, 5) окололжильное замещение этих даек метасоматитами пропилит-березитового профиля, обычными для мезотермальных золотых месторождений, в том числе Кедровского [1, 2, 14].

Учитывая сравнительно стабильный минералого-химический состав умеренно щелочных диоритовых порфиритов здесь и, по предварительным данным, в других месторождениях, представляется предпочтительным вывод о генерации умеренно щелочного расплава среднего состава в процессе магматической дифференциации базальтового, а не посредством палингенеза субстрата земной коры или смешения расплавов разного состава. В последнем случае следовало бы ожидать широких вариаций видов и разновидностей магматических пород, чего не наблюдается.

Приведенный факт участия диоритов как промежуточного звена между ранними гранитоидами и поздними базальтоидами в рамках создавшего их и Кедровское месторождение флюидно-магматического процесса, судя по присутствию средних пород в других золотых мезотермальных месторождениях, не составляет исключения. Задача дальнейшего исследования заключается в том, чтобы уточнить масштабы и условия генерации диоритовых, в том числе, вероятно, умеренно щелочных, расплавов при функционировании мантийно-коровых золотопродуцирующих флюидно-магматических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В. Пространственно-временные и петрохимические критерии связи образования золотого оруденения с глубинным магматизмом // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1990. – № 10. – С. 78–91.
2. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 49–57.
3. Кучеренко И.В. Магматогенная концепция гидротермального рудообразования в черносланцевых толщах // Руды и металлы. – 1993. – № 3–6. – С. 17–24.
4. Кучеренко И.В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – № 1. – С. 182–197.
5. Хомичев В.Л. Модель золотоносной габбро-диорит-гранодиоритовой формации // Петрология и рудообразование. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2005. – С. 58–70.
6. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: Изд-во СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1999. – 237 с.
7. Кучеренко И.В. Позднепалеозойская эпоха золотого оруденения в докембрийском обрамлении Сибирской платформы // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1989. – № 6. – С. 90–102.
8. Кучеренко И.В., Рубанов В.А. Тектоника золоторудных месторождений, локализованных в активизированных структурах допалеозойской складчатости // Вопросы структурной геологии / Под ред. А.И. Родыгина. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. – С. 16–27.
9. Рыцк Е.Ю., Амелин Ю.В., Крымский Р.Ш. и др. Байкало-Муйский пояс: возраст, этапы формирования и эволюция корообразования (U-Pb и Sm-Nd изотопные свидетельства) // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма: Матер. 32-го тектонич. совещ. – М.: 1999. – Т. 2. – С. 93–95.
10. Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатиков О.А. и др. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. Ч. 1. – М.: Наука, 1985. – 368 с.
11. Неймарк Л.А., Рыцк Е.Ю., Ризванова Н.Г. Герцинский возраст и докембрийский коровый протолит баргузинских гранитоидов Ангаро-Витимского батолита: U-Pb и Sm-Nd изотопные свидетельства // Доклады РАН. – 1993. – Т. 331. – № 6. – С. 726–729.
12. Будников С.В., Коваленко В.И., Ярмолюк В.В. и др. Новые данные о возрасте баргузинского гранитоидного комплекса Ангаро-Витимского батолита // Доклады РАН. – 1995. – Т. 344. – № 3. – С. 377–380.
13. Будников С.В., Коваленко В.И., Антипин В.С. и др. Новые данные о возрасте гранитоидов витимканского комплекса (Ангаро-Витимский батолит) // Доклады РАН. – 1997. – Т. 353. – № 3. – С. 375–378.
14. Кучеренко И.В. Минералого-петрохимические и геохимические черты околорудного метасоматизма в кислых породах золотопродуцирующих флюидно-магматических комплексов // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 1. – С. 24–32.

Поступила 17.10.2006 г.